

# **Bussen kommer – HUR-anbefalinger om busvenlig trafikteknik.**

## **Trafikinspektør Stig Prehn, HUR**

### **Indledning.**

Busdriften i Hovedstadsregionen udføres af mere end 3500 buschauffører på 1100 busser. Den daglige drift i regionens 3 amter og 50 kommuner er lagt i hænderne på 8 busentreprenører. Dette bevirker, at der bruges mange busser af vidt forskellig type til at befordre HT-områdets 800.000 daglige passagerer mellem de 80 busterminaler og 9700 stoppesteder, som er nøglepunkterne i regionens fintmaskede bus- og toget. Hertil kommer også, at der løbende kommer nye bustyper på markedet.

Brugen af så mange forskellige bustyper med så mange chauffører bevirker, at HURs trafikdivision er indgået som en offensiv medspiller, når de lokale vejmyndigheder planlægger nye eller ændrede trafiktekniske løsninger på busbetjente veje, så disse ikke bliver for snævre..

### **Vi vil gøre det bedre**

HURs trafikdivision har gennem årene indhøstet en lang række erfaringer med busdriftens muligheder og begrænsninger. Dette har resulteret i udgivelsen af ”Bussen kommer” – en række anbefalinger til politi- og vejmyndighederne om særlig hensyntagen til busdriften, så denne kan fungere optimalt døgnet rundt – året rundt.

”Bussen kommer” har anbefalinger til busvenlige udformninger af stoppesteder, busterminaler, busprioritering og hastighedsdæmpende foranstaltninger på busbetjente veje.

Anbefalingerne følger langt hen ad vejen de gældende vejregler, men på enkelte punkter ønsker HUR videre rammer. Det drejer sig om stoppestedsforhold, terminaludformning, kørekurver og bump-udformning, som oftest kan udformes mere busvenligt end de minimumsløsninger, som vejreglerne foreskriver.

Busvenlig stoppesteds- og terminaludformning, tilpassede kantstenshøjder, acceptable kørekurver og busvenlige hastighedsdæmpere er blandt de løsningsmuligheder, som HURs trafikdivision arbejder for. Eksempler på disse vil blive gennemgået og drøftet på dagens seminar, der starter med en kort gennemgang af bustyperne i HT-området..

## **Bustyper i HT-området**

Den brede vifte af bustyper, som entreprenørerne i HT-området benytter sig af stiller store og forskelligartede krav til vejmyndighederne.

Bustyperne spænder i længden fra 8,6m servicebusser via 12m standardbussen til 18m ledbusser. Hertil kommer så tre-akslede 12m og 13,7m busser med eller uden medløbne bagaksler.

På servicebusserne er der 6,4m mellem hjulakslerne – på ledbusserne fra 5,2m til 6.8m mellem akslerne. På bustyperne med treaksler kan tredjeakslen være drejende eller fast. Afhængig af belastningen ligger drejningspunktet enten på midterste eller bageste hjulpar. Fremtidige bustyper med drejningsmomenter om 2. eller 3. hjulpar kan give nye udfordringer til kørselsgeometrien.

Inden for 12m standardbussen opleves også forskellige svingningsmønstre, som kræver et større eller mindre vejareal.

Disse forskellige akselafstande og karrosserilængder bevirker, at der er vidt forskellige krav til ud- og indsving ved stoppesteder, til terminalindretning og cirkulationsarealer. Hertil kommer mange nye og pladskrævende sidespejlsløsninger, som i endnu højere grad end tidligere rager frem og ud fra bussen. Den deraf opståede konflikt med cyklister og ventende buspassagerer er blevet yderligere skærpet af lavgulvskonceptet, som har bragt sidespejlene ned i 1½-2m højde.

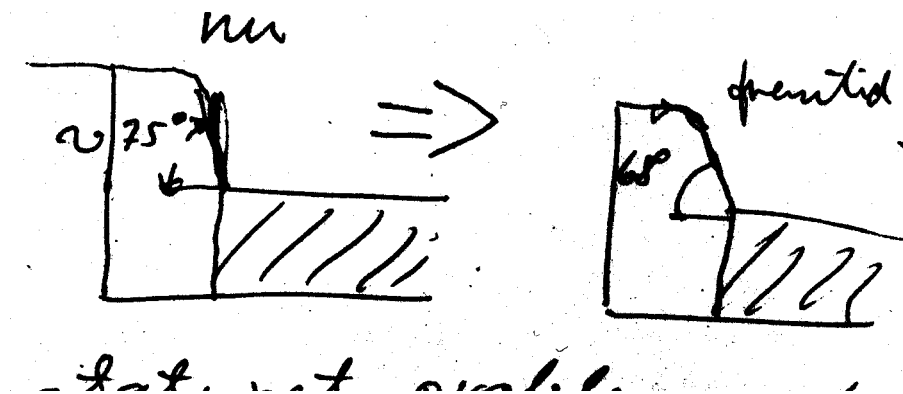
Lavgulvskonceptet har også bevirket, at hele buschassiet er kommet nærmere vejbanen – helt ned til 7½cm enkelte steder under bussen. Mange af lavgulvsbusserne kan knæle og derved komme helt ned på 5-6cm over vejbanen, hvis ældre og gangbesværede skal hjælpes på vej.

En særlig problematik er bussernes krængning ved bratte sving, det være sig ved indkørsel til buslommer eller passage af minirundkørsler, hvor chassiset med fuld lastet bus kan ramme kantsten eller hævede flader under svingningen.

Nye busbredder på 2,55m giver ikke de store problemer, men det nye dobbeltdækkerkoncept med karrosserihøjder på 4,10m har tilføjet en ny dimension for busfarbare veje.

Bussernes dimensioner har således stor betydning for indretningen af de mange trafiktekniske anlæg, der etableres og ombygges i kommuner og amter. HUR har derfor lavet anbefalinger hertil - som det første kigger vi på stoppestedindretningen – kundens første møde med det kollektive bussytem.

Bussernes kørsel til og fra stoppestedet bør ske så direkte som muligt, så bussen kan komme helt ind til fortovskanten. Derfor anbefales primært at busstop placeres i inderste vejbane eller som udrykket stoppested, som vil blive foretrukket i Stambuskonceptet. Buslommer kan være nødvendige på visse strækninger, men bør i givet fald anlægges med 18m ind- og udkørselsareal, som vejreglerne foreskriver.



Kantstenen kan gulmales eller der kan males et bussymbol på vejbanen, hvis biltrafikken ikke respekterer standsningsforbuddet ved stoppestedet. På udsatte steder, hvor 13,7m og 18m ledbusser laver skarpe udsving kan risikoen elimineres gennem markeringer på fortovet, som advarer mod udsving af buschassiset.

Ved indretningen af det ideelle busstop skal der ud over ind- og udkørselsforholdene tages hensyn til flere ting. HUR ønsker primært cykeltstien ført bag om stoppestedet, så konflikten mellem ud- og indstigende buspassagerer og cyklister undgås. På busøen- busrefugen skal stoppestandsstander med køreplan- og takstoplysninger placeres min. 50cm fra kantsten a.h.t. bussens spejle. Standeren bør placeres, så den er belyst og evt. træbeplantninger så de ikke generer ud- og indstigningen. HUR har et projekt i gang på Hvalsø st. med lys i stoppestandsstanderen og flere fremtidige busterminaler forventes indrettet hermed..

Læskæmen skal placeres hensigtsmæssigt, så barnevogne, kørestole og snerydningsudstyr kan passere uden problemer. I læskærmen opsættes HT-trafikkort på stoppestedsstanderen køreplan og takstzonetavler tæt herved en affaldskurv. Ganglinier og indstigningspunkter bør markeres med taktile belægninger, ligesom der bør anlægges fortovsramper til barnevogne og kørestolsbrugere.

Der bør desuden opstilles cykelstativer tæt på stoppestedet, så cyklerne ikke smides tilfældigt på fortovsarealet.

Stoppestedsstanderen kan være en HT-infostander, et jernrør med bustop eller en kommunal stander, tilpasset HURs gængse bespændingsmuligheder. For tiden foretager HUR forsøg med, hvorvidt standerløse stoppesteder kan accepteres i mindre omfang.

### **Busvenlig indretning af terminaler**

Busterminaler i HUR-regionen indrettes efter forskellige principper - langs en kantsten, som lamelopstilling i 35°- 45°- 90° grader, savtandløsninger eller Ø-perroner. Busterminaler, hvor busserne ”dokker” og derefter bakker ud, accepteres ikke i HUR-området på grund af ulykkesrisikoen ved de mange buspassagerer, der er i og omkring busterminalen.

En busterminal skal kunne fungere optimalt i spidstimerne, og skal derfor dimensioneres og projekteres derefter. Herudover skal der være plads til overtallige busser i depot tæt ved terminalen og chaufførlokalet. Til- og frakørselsforholdene skal optimeres, og busserne bør så vidt muligt placeres med front og destinationsskilt mod togperronen. Som et trafikknudepunkt er det desuden vigtigt med korte gangveje- overskuelige krydsningssteder – og god information. Læskærme og overdækkede gangveje er en vigtig del af terminalen

Bus/tog-korrespondancerne kan sikres ved opsætning af ventesignaler og realtidsinformation, ligesom et hensigtsmæssigt standsningsmønster for togstammerne kan minimere gangafstandene betydeligt.

Ved busterminalindretningen skal der også tages hensyn til svage trafikanter med ramper, dykkede kantsten, optimale gangveje, taktile belægninger og målrettet information. Herudover skal parkerings- og afsætningspladser og cykelparkering indpasses.

### **Kørselsforsøg i fuld skala**

Pladsforholdene ved nye busterminaler er ofte begrænset, hvorfor man ofte beregner bussernes arealbehov efter minimumsløsninger. Dette bevirker til gengæld, at der efterfølgende kan opstå problemer med den mangeartede buspark, som HT-busserne udgør. HUR anbefaler derfor vejmyndighederne, primært at anvende køremåde A-15km/t ved beregninger af kørebane- og arealbehov.

HUR anbefaler desuden, at der afholdes et kørselsforsøg i fuld skala, hvis busterminalen anlægges under knebne forhold – herved kan svingkurverne blive mere busvenlige, og senere kollisioner med terminalinventaret undgås.

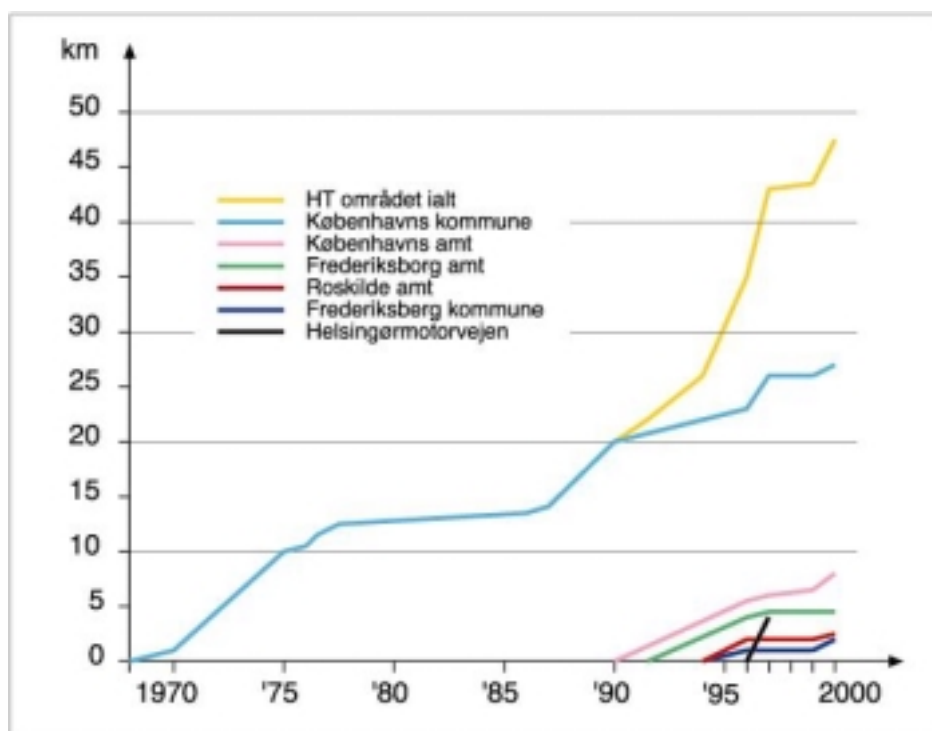
Erfaringer med aktuelle busterminaler vil blive gennemgået med eksempler om pladsbehov fra Buddinge, Kokkedal, Sundbyvester Plads, Rådhuspladsen, Albertslund, Ishøj og Flintholm. Køremåde B bør anvendes overalt, hvor det er muligt også i snævre gamle bydele, hvor specifikke løsninger kan være nødvendige, for at tilgodese bussens arealbehov ved komplekse bevægelser. Løsningerne kan være tilbagerykkede stopstreger eller påmalede kørekurver.

### Kompakte busterminaler





I HUR vurderes for tiden enkelte muligheder for anlæg af kompakte busterminaler, hvor busserne ikke har faste stoppesteder, men anvises variable bushavne afhængig af trafikintensiteten.

### Busprioritering

I København har vi arbejdet med busprioritering siden 1969. I HUR-regionen er der næsten 50 km busbaner samt 216 andre større busprioriteringstiltag omfattende bussignaler, busstyring af signaler, fremrykkede signalanlæg, bussluser og busveje. Hertil kommer en lang række myldretidsstandsingsforbud på primærvejene samt bus/ligeudkørsel i svingbaner. Mange af ovennævnte projekter er punktprojekter, og først i de senere år er busprioriteringsarbejdet mere målrettet gået på længere strækningsprojekter, som Priobus, Skybus og TRIT.



De 216 punktprojekter er hver især beskrevet på en A4 side – indlagt i en CD-rom, som netop i disse dage udsendes til entreprenørerne. Herved kan linieinstruktører og buschauffører nemt få et overblik over busliniens muligheder samt inspiration til nye tiltag.

Løber.	012	Krak kortnr.	127 E3	Vejmyndighed	Københavns Amt
Lokalitet	Buddingevej / Buddinge st.				
Retning	Buddingevej i begge retninger				
Buslinier:					
Linie	Retning	Linie	Retning		
68	Rådhuspladsen	200S	Friheden st.		
68	Lyngby st.	200S	Lyngby st.		
153E	Ballerup st.	300S	Hundige st.		
153E	Lyngby st.	300S	Kokkedal st.		
Formål:					
Udkørsel fra stoppested lettes.					
Art af prioritering:		Illustration set fra:	Buddingevej stoppested mod nord		
<div> Bussignal Variant II</div> <div> Normal Signal</div> <div> Styret af Ur</div>					
Vejledning/Funktion:					
Lodret bjælke i bussignalet lyser i nogle sekunder, før der bliver grønt for den øvrige trafik ad Buddingevej. Når signalet er slukket, må fremkørsel ske efter de almindelige signalers visning, jævnfør færdselslovens almindelige bestemmelser.					

Herudover ansporer HURs trafikdivision vejmyndighederne til i videst muligt omfang at ændre gamle tidsstyrede signalanlæg til trafikstyring. I nogle hovedstadskommuner er kun 10% af signalerne trafikstyrede, i andre kommuner er alle signaler helt moderne. Når der er vejarbejde på busbetjente gader, forsøger HUR at påvirke vejmyndighederne til at benytte trafikstyring i de midlertidige signalanlæg, en løsning der derved vinder mere og mere frem.

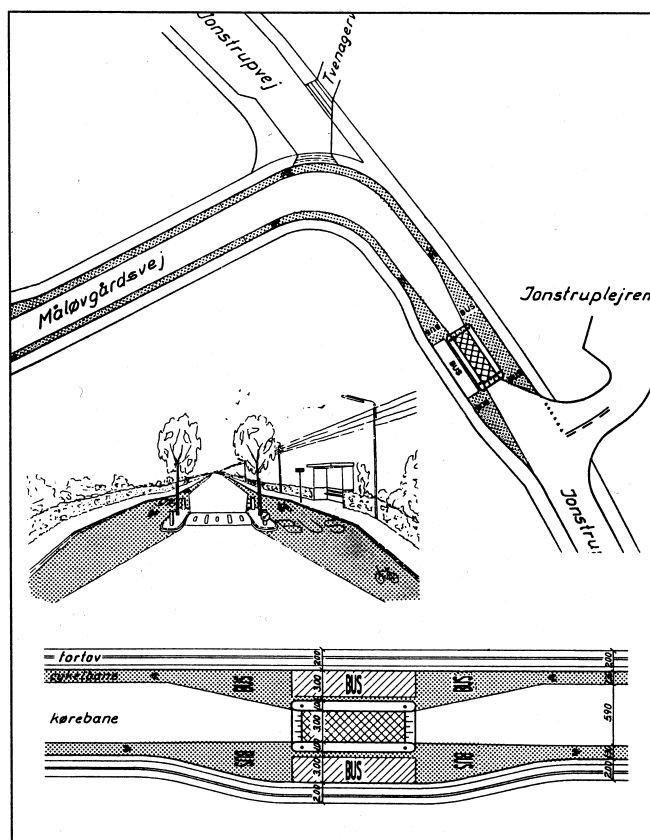
### Hastighedsdæmpere på busbetjente veje

HT/HUR har gennem mange år indhøstet erfaringer med buskørsel på trafikdæmpede veje og under snævre kørselsforhold. Samtidig med etableringen af mange forskellige fartdæmper-løsninger rundt om i regionen har busparken også skiftet karakter. Lavgulvsbusser med mindre frihøjde over vejbanen og længere mellem hjulakslerne er nu hverdagskost på næsten samtlige buslinier, hvilket stiller øgede krav til en busvenlig kørselsgeometri.

### Busvenlige løsninger

HURs trafikdivision ønsker primært, at busserne friholdes for at køre over fartdæmpere, og vi anbefaler derfor en bred vifte af løsninger. Dels lukning af gennemkørsler for privatbiler ved etablering af busveje og bussluser eller alternative stoppestedsløsninger, hvor bussen bruges som fartdæmper med et busstop - enten på selve vejbanen - i en indsnævring eller på en hævet flade i et kombibump med lange ramper.

Anlæg af forsætninger er en anden busvenlig løsning – vel at mærke, hvis der er tilstrækkelig afstand mellem forsætningerne, så busserne ikke har problemer med at komme frem.

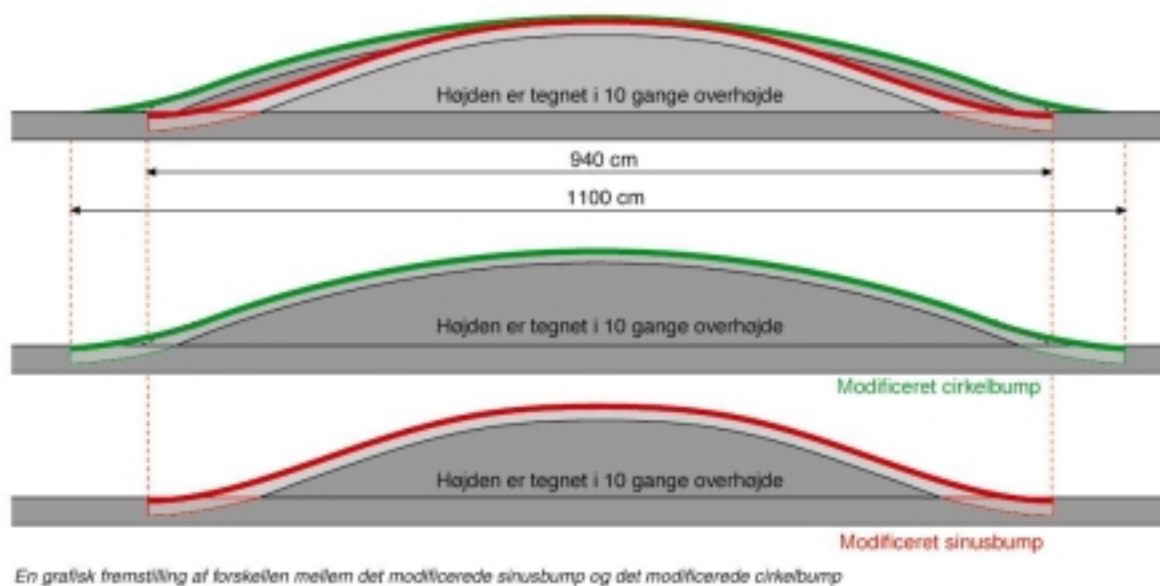


Et alternativ hertil er den såkaldt Måløvgårdsvej-løsning, hvor busserne via stoppestedsarealet passerer uden om et bump i vejmidten. Hvis disse løsninger ikke er mulige, kan vejmyndighederne fristes til at anlægge bump.

## Bump på busbetjente veje

Såfremt det besluttes at anlægge bump på busbetjente veje, bør disse tilpasses busdriften mest muligt. En stor ulempe ved bump er, at busser og andre store køretøjer skal forcere dem med en hastighed, der er 15 km lavere end den skilte. Dette er problematisk med den store HUR-busflåde, der kører døgnet rundt året rundt og med forskelligartede bustyper. Hertil kommer at mange bump ikke er tilstrækkeligt skilte eller tydelige, så buschaufførerne i dagens stress glemmer disse.

Erfaringerne har vist, at lange bump og ramper eller hævede flader med modificerede ramper med kiler i opspringet generer bustrafikken mindst – både chauffør, passagerer og materiel. HURs trafikdivision har i tæt samarbejde med Frederiksborg amt gode erfaringer med modificerede cirkelbump til 40 - 45 eller 50km/t. Førstnævnte bør dog kun bruges ved skoler eller helt specielle stikrydsninger.



Når HURs trafikdivision foretrækker modificerede cirkelbump i stedet for modificerede sinusbump til samme hastigheder skyldes det dels, at bumpene er længere, så begge bussens hjulpar kan være på bumpet samtidig dels at det har vist sig vanskeligt for asfaltfirmaerne at udføre sinusbumpene korrekt.

En anden busvenlig løsning er kombibumpene, hvor bussen og store køretøjer passerer over bumpet på lange ramper, mens privatbilerne får det ene hjulpar op på det skrappe og kortere bump i midten af foranstaltningen. Korrekt udførte kombibump er en god og busvenlig løsning, som samtidig indebærer, at alle køretøjer kan passere bumpet med den skilte hastighed for lokalområdet.

Enkelte steder i HT-området er anlagt pude- eller dynebump, som bussens hjulpar kan skræve over- hvilket er en god og busvenlig løsning. En ny variant heraf er de nye ”mushrooms” (paddehatte), som Vejdirektoratet for tiden gør forsøg med i tre danske byer. Disse løsninger



er busvenlige, og HUR bakker op herom – ligesom flere kommuner i regionen har vist positiv interesse herfor.

### **HUR- har eget bump-måleudstyr.**

I lighed med Vejdirektoratet har HURs trafiktjeneste anskaffet et måleudstyr til måling af den lodrette acceleration - G-påvirkningen, som buschaufføren og til dels passagererne udsættes for ved passage af bump. Herved sikres det, at bump på busbetjente veje ikke belaster bussen med mere end 0,7 G, som foreskrevet i ministeriets bestemmelser.

Bump-udstyret, der placeres på buschaufførens krop, står i direkte kontakt til en bærbar pc'er, der automatisk aflæser G-påvirkningen ved passage af et bump. Oven på måleudstyret er der placeret et vaterpas, så buschaufføren kan kontrollere at måleudstyret hænger lodret, når han kører hen mod bumpet – herudover er tilkoblet en fartmåler på siden af bussens fordør, og med direkte afgang til pc'erne og et display hos buschaufføren, kan den nøjagtige hastighed rammes med en enkelt decimal..

Indtil videre har trafiktjenesten koncentreret sig om bump der overskrider 0,7 G – I praksis har vi taget fat på de kommuner, hvor bumpmålingerne er over 0,75G. Tilsvarende er vejmyndighederne indstillet på ikke at ændre bump, der ligger lige under de anviste mål, hvis ikke der er voldsomme indikationer herfor.

### **Rundkørsler - forsætninger mm**

Busserne i HUR-regionen støder på andre forhindringer på det fintmaskede vejnet, der trafikeres. Det er derfor også vigtigt, at vejmyndighederne er opmærksomme herpå når der anlægges rundkørsler – forsætninger og andre former for miljøprioriterede gennemfarter.

### **Rundkørsler**

Ved anlæg af rundkørsler bør det sikres, at bussernes svingmanøvrer både ind og ud af rundkørslen kan foregå uden problemer ved brug af tilstrækkelige diametre brug af dykkede overkørselssten og fodgænger – og cykelpassager med plads til alle parter.

Ved minirundkørsler, som i princippet er mere eller mindre overkørbare bør det sikres, at busser, der fortager 90° sving ikke kommer til at skrabe karrosseriet imod midterøen. Dette har vist sig problematisk, da bussens krængninger ved sådanne svingmanøvrer over rundkørsels-øer er meget store – i enkelte tilfælde har hele midterøen måtte bankes helt i niveau af samme årsag..

### **Forsætninger**

HURs trafikdivision kan anbefale forsætninger til løsning af trafikdæmpede tiltag, hvis ikke det sker på steder, hvor der er stor risiko for udskridning i glat føre. En anden betingelse er, at der laves rimelige afstande mellem forsætningerne, og at disse ikke overdrives i antal og kun placeres, hvor der er absolut behov herfor.

## Brohøjder

Som noget nyt har HUR indsat dobbeltdækkere på 4,10m på nogle buslinier. Dette har givet nye trafiktekniske opgaver med at sikre, at denne bustype kun kører på bestemte gader, enten der er tale om rutekørsel, tomkørsel, kørsel til værksted eller ved tognedbrud. Der er derfor udarbejdet tvangsruter for dobbeltdækkerne for alle tænkelige situationer. HURs anlægs- og bygningsafdeling har derfor registreret alle brohøjder – fået opmålt de kritiske broer af landinspektører, og udgivet et hæfte til trafiktjenesterne, som derved har det samlede overblik.

Dette er en løbende proces, da broerne overalt i regionen har det med at ændre højde for tiden – enten ved broløft eller skrappe opfølgning på gennemkørselshøjder. F.eks. er Christians Brygge under Knippelsbro ikke mere farbar for almindelige 12m busser, da det nye sikkerhedssystem eliminerer alle køretøjer over 3,10m. På Islands Brygge under Langebro løses problemet ved etablering af cykelsti på den kritiske vejbane. På Hillerød motorvejen løftes 4 lave broer, mens den sidste kritiske bro ændres ved vejsænkning.

## De vigtigste HUR-anbefalinger i ”Bussen kommer” kan i disse gode råd

- Aldrig skarpe granitkantsten i buslommer og stoppestedsarealer.
- Afrundede/affasede kantsten – max. 8 cm høje - i hele stopstedets længde
- S/F-sten, betonunderlag og solide vejklaser ved stopstederne
- Undgå brønde og brønddæksler i stoppestedsarealet
- God plads for ind- og udkørsel fra busstop
- Mindst 50cm fra kantsten til stoppestedsstander
- Brug køremåde A – 15km – kørekurver ved arealberegning
- Prøvekørsel 1:1 før anlæg af nye busterminaler
- Ombygning af signalanlæg til trafikstyring
- Trafikstyring i midlertidige signalanlæg
- Modificerede 50/km cirkelbump
- Kombibump – pudebump – mushrooms
- Målvgårdsvej-løsningen
- Tilstrækkeligt store rundkørsler
- Minirundkørsler uden hævet midterø
- Busvenlig afstand mellem forsætninger

Trafiktekniske løsninger er i stadig udvikling, det er derfor vigtigt, at busselskaberne søger at indhøste og videregive erfaringer til de lokale vejmyndigheder. Dette er især vigtigt i en tid, hvor mange tekniske forvaltninger beskæres og megen erfaring går tabt. Ikke sjældent kontakts HURs anlægs- og bygningsafdeling af jyske ingeniør- og arkitektfirmaer, der har fået opgaver for HUR-regionen kommuner. Det giver særlige udfordringer, når en Københavner skal forholde sig til elementer som midtbyen, tætbyen, rutebilstationen og andre jyske finurligheder. Det giver dog altid anledning til diskussion og erfaringsudveksling med hovedlandet – forhåbentlig også i dag.